第 10 講　非金属元素
PART1　ハロゲン

目標　・ハロゲンの単体，ハロゲン化水素の性質と反応をしっかりと押さえよう！

Chapter1　ハロゲンの単体

要点

ハロゲンの単体

ハロゲンの単体は酸化剤として反応する。

◆ ハロゲンの単体　重要

ハロゲンの単体は全て二原子分子である。

	①			②	③	④
	融点 沸点	状態 （常温）	色	酸化力	水素との反応	水との反応
フッ素 F_2	低い ↓	**気体**	淡黄色	強い ↑	低温・暗所でも 激しく反応	激しく反応 **酸素発生**
塩素 Cl_2		**気体**	**黄緑色**		光を照射すると 激しく反応	一部反応 溶解する
臭素 Br_2		**液体**	**赤褐色**		加熱・触媒 で反応	わずかに反応 溶解する
ヨウ素 I_2	高い	**固体**	**黒紫色**	弱い	加熱・触媒で 少量反応	反応せず **溶解しない**

① **常温常圧における状態**

常温常圧の状態で物質の三態（気体・液体・固体）が揃っているのは，17 族だけである。色と共におさえておこう。

② **酸化力**

酸化力はフッ素が一番強く，ヨウ素が一番弱い。

酸化力：$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

③ **H_2 との反応**

酸化力の強い F_2 が最も簡単に反応し，I_2 は最も反応性が低いことがわかる。

④　H_2O との反応

酸化力の最も強い F_2 は O 原子を酸化して O_2 が発生する。また，Cl_2 は O 原子を酸化することはできないが，反応して HCl と HClO を生成する。

そして，最も酸化力の弱い I_2 は H_2O と反応しない。

まとめ

	①			②	③	④
	融点 沸点	状態 (常温)	色	酸化力	水素との反応	水との反応
フッ素 F_2	低い	(　　)	淡黄色	強い	低温・暗所でも 激しく反応	激しく反応 (　　　)
塩素 Cl_2	↓	(　　)	(　　)	↑	光を照射すると 激しく反応	一部反応 溶解する
臭素 Br_2		(　　)	(　　)		加熱・触媒 で反応	わずかに反応 溶解する
ヨウ素 I_2	高い	(　　)	(　　)	弱い	加熱・触媒で 少量反応	反応せず (　　　)

・ハロゲンの単体は（　　　　　）として反応する。

酸化力の強さ　（　　　　　　　　　　　）

Chapter2　ハロゲン化水素

要点

ハロゲン化水素

分子間に水素結合をもつ HF のみ特殊な性質を示す。

◆ ハロゲン化水素　重要

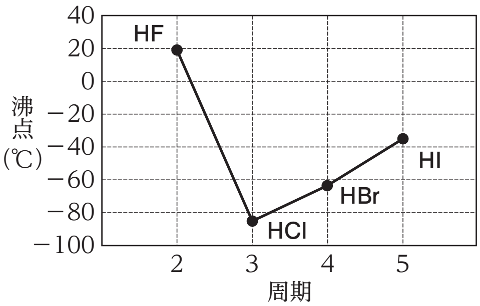
	①	②		③
	沸点	水溶液(名～酸)		その他の性質
フッ化水素HF	**最も高い**	フッ化水素酸 **弱酸**		**ガラス(SiO_2)と反応** ⇒　ポリエチレン容器保存
塩化水素HCl	低い	塩酸(塩化水素酸) 強酸	弱い	NH_3を近づけると白煙を生じる
臭化水素HBr	↓	臭化水素酸 強酸	↓	―
ヨウ化水素HI	高い	ヨウ化水素酸 強酸	強い	―

①　沸点

通常，分子量の大きい分子ほど沸点が高くなる。しかし，ハロゲン化水素の中で最も分子量の小さい HF の沸点が一番高い。その理由は，HF が分子間に結合力の強い水

素結合をもつためである。

そのほかのハロゲン化水素は分子量の増加に従い，　HCl<HBr<HI の順で沸点が高くなっている。



② **酸の強弱**

ハロゲン化水素は全て酸である。

水溶液になると化合物名の最後に「酸」がつく。

例　HCl「塩化水素」→ HClaq「塩化水素酸（略して塩酸)」

その中で，HF のみが弱酸となる。その理由は，分子間に結合力の強い水素結合をもち，H^+ が電離しにくくなるためである。

③ **その他**

HF は気体も水溶液もガラス（SiO_2）と反応するため，ポリエチレン容器に保存する。

HCl は NH_3 と反応して白煙 (NH_4Cl) を生じる。この反応は HCl または NH_3 の検出法として利用されている。

まとめ

	①	②		③
	沸点	水溶液(㊔～酸)		その他の性質
フッ化水素HF	(　　)	フッ化水素酸 (　　　)		(　　　　　　) ⇒　ポリエチレン容器保存
塩化水素HCl	低い	塩酸(塩化水素酸) 強酸	弱い	NH_3を近づけると白煙を生じる
臭化水素HBr	↓	臭化水素酸 強酸	↓	―
ヨウ化水素HI	高い	ヨウ化水素酸 強酸	強い	―

・ハロゲン化水素の中で，HF の沸点が一番高く，HF のみ弱酸であるのは，分子間に強い（　　　　　　）をもつからである。

Chapter3　塩素の実験室的製法

要点

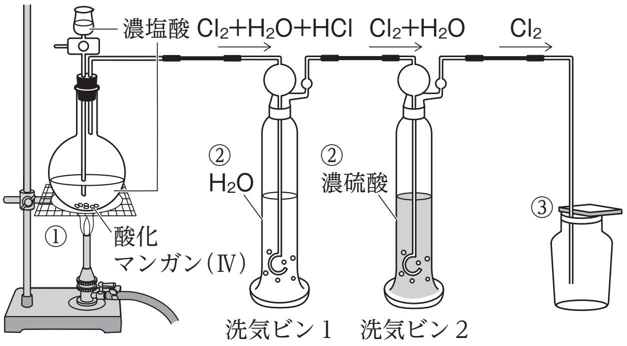
塩素の実験室的製法

得られる混合気体から，HCl を水で，H_2O を濃硫酸で取り除く。

◆ 塩素の実験室的製法 重要

酸化マンガン(Ⅳ)と濃塩酸から Cl_2 をつくるときの装置を以下に示す。

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow Cl_2 + MnCl_2 + 2H_2O$$



1・加熱が必要

MnO_2 を酸化剤として使用しているため，加熱が必要である。(→第9講 PART 1)

2・洗気ビン

MnO_2 と濃塩酸の反応後，目的の気体である Cl_2 に H_2O（生成物）と HCl(揮発性)が混じっているため，それらを取り除くための洗気ビンを使用する。

洗気ビン 1（H_2O）: 水に非常によく溶け，揮発性の HCl を取り除く。

洗気ビン 2（濃硫酸）: 乾燥剤の濃硫酸で水蒸気を取り除く。

※ Cl_2 に水蒸気が混じってしまうため，洗気ビン 1 と洗気ビン 2 の順番を入れ替えてはいけない。

3・捕集方法

Cl_2 は水溶性で空気より重いため，下方置換で捕集する。(→第9講 PART 2)

まとめ

・塩素の実験室的製法では，得られる混合気体から，水で（　　　　　）を，濃硫酸で（　　　　　）を取り除く。

Chapter4　演習問題

問　次の性質をもつハロゲンの単体またはハロゲン化水素を化学式で答えよ。

(1)　水と反応すると酸素が発生する。

(2)　水には溶解しないがヨウ化カリウム水溶液には溶解する。

(3)　電離度が小さい弱酸である。

第 10 講　PART1　確認問題

問 1　次の問いに答えよ。

(1)　次の①～④のハロゲンの単体のうち，常温常圧で液体のものはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

①　F_2　　②　Cl_2

③　Br_2　　④　I_2

(2)　次の①～④のハロゲンの単体のうち，黄緑色のものはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

①　F_2　　②　Cl_2

③　Br_2　　④　I_2

(3)　ハロゲンの単体には酸化力があるが，ハロゲンの単体の酸化力の強さを表しているものとして最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$　　②　$F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$

③　$F_2 = Cl_2 = Br_2 = I_2$

(4)　次の①～④のハロゲンの単体のうち，H_2O と反応しないものはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

①　F_2　　②　Cl_2

③　Br_2　　④　I_2

(5)　次の①～④のハロゲン化水素のうち，沸点が最も低いものはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

①　HF　　②　HCl

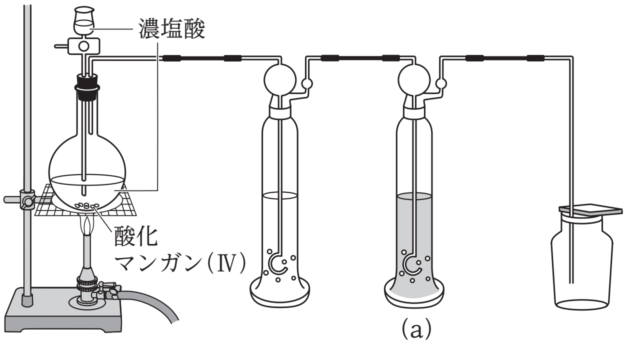
③　HBr　　④　HI

⑹　次の①～④のハロゲン化水素のうち，ポリエチレン容器に保存する必要があるものはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

①　HF　　②　HCl

③　HBr　　④　HI

⑺　酸化マンガン(Ⅳ)と濃塩酸から Cl_2 をつくる場合，下の図のような装置が用いられる。



酸化マンガン(Ⅳ)と濃塩酸の反応では，生成した Cl_2 に H_2O と HCl が混じっているため，これらを取り除くための２つの洗気ビンを使用する。この洗気ビンのうち，図の⒜に入れる液体として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　水　　②　濃硝酸

③　希硫酸　　④　濃硫酸

第 10 講　非金属元素

PART1　ハロゲン

問　(1)　F_2

(2)　I_2

(3)　HF

PART2　酸素

問　酸性酸化物：N_2O_5，Cl_2O_7

塩基性酸化物：Na_2O，CuO

両性酸化物：ZnO

PART3　硫黄

問　(1)

PART4　窒素

問　12.6kg

PART5　リン

問　②

PART6　ケイ素

問　②

第 10 講　PART1　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：
ハロゲンの単体のうち，常温常圧で液体のものは Br_2 である。F_2 と Cl_2 は気体，I_2 は固体である。

(2)　②

解説：
ハロゲンの単体のうち，黄緑色のものは Cl_2 である。F_2 は淡黄色，Br_2 は赤褐色，I_2 は黒紫色である。

(3)　①

解説：
ハロゲンの単体の酸化力の強さは，$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ の順となる。

(4)　④

解説：
I_2 は酸化力が弱く，H_2O と反応しない。

(5)　②

解説：
沸点は分子量が大きい分子ほど高くなるが，ハロゲン化水素の中で最も分子量が小さい HF は分子間に水素結合をもつため，沸点が最も高い。そのため，ハロゲン化水素の中で沸点が最も低いものは HCl である。

(6)　①

解説：

HF は気体も水溶液もガラス（SiO_2）と反応するため，ポリエチレン容器に保存する。

(7)　④

解説：

最初の洗気ビンには，水を入れて HCl を取り除き，次の洗気ビンには，乾燥剤として濃硫酸を入れて H_2O を取り除く。